

عنوان الكتاب : علم وظائف الأعضاء ج ١

المؤلف : د/ محمد طلعت ، د/ أحمد حسن

سنة النشر : ١٩٤٠

رقم العهدة : هـ ٤٣٦٦٤

الـ ACC : ٤٣١٦

عدد الصفحات : ٣٨٥

رقم الفيـلم : ٢٠

علم وظائف الأعضاء

(١٩٤٠)

علم وظائف الأعضاء

Ac: ٤٢١٦
الجزء الأول

٤٣/٦١٤

تأليف

الدكتور

أحمد حسن

بكالوريوس (شرق) في علم وظائف الأعضاء
ماجستير علوم من الجامعة المصرية
دكتور في الفلسفة من جامعة فؤاد الأول
مدرس علم وظائف الأعضاء بكلية الزراعة

الدكتور

محمد طلعت

بكالوريوس طب وجراحة من كلية الطب
بكالوريوس (شرق) في علم وظائف الأعضاء
دكتور في الفلسفة من جامعة لندن
مدرس علم وظائف الأعضاء بكلية الطب
استاذ علم وظائف الأعضاء بكلية طب المرقى

٥٥٠٠/٤٣٦٦٤

حقوق الطبع محفوظة للمؤلفين

Ac: ٤٢١٦

٤٣/٦١٤
٧/٤٣٦٦٤

إلى مصر والأقطار العربية

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

(وفي أنفسكم أفلا تبصرون)

قرآن كريم

لقد قمنا بوضع هذا الكتاب لانا وجدناه ضرورياً لازماً من عدة وجوه . فهو ضرورة لازمة لطالب كلية الزراعة الذي يدرس هذا العلم باللغة العربية ؛ وليس هناك — على ما نعلم — مرجع عربي حديث يمكن للطالب أن يقصده . وهو ضرورة لازمة لطالب كلية الطب الذي يدرس هذا العلم باللغة الانكليزية ؛ فعمل وظائف الأعضاء بمثابة الأساس في بناء علوم الطب الأخرى . ولا يكفي أن يستذكر الطالب بعض نقطه وينجح في الامتحان بل يجب أن يفهمه جيداً ويستوعب معانيه جيداً حتى يسهل عليه تتبع الفروع الطبية الأخرى . وليس أبعث على ذلك للطالب المصرى أو العربى من قراءة هذا العلم بلغته الأصلية ، جنباً إلى جنب مع مراجعه الانكليزية . وهو ضرورة لازمة كمرجع لأولئك الذين يقومون بتدريس علم الحياة في المدارس الزراعية المتوسطة والمدارس الثانوية . وهو ضرورة لازمة لرجال الاجتماع والاقتصاد والسياسة الذين ينظّمون حياة الإنسان من عمل وغذاء ومسكن وما إليها ؛ إذ يجب عليهم أن يعلّموا شيئاً عن هذه الآلة الالهية وعمّا تحتاجه من وقود لتسييرها ، أو من عناصر لترميمها ، وعمّا يمكنها أن تؤديه من عمل تحت العوامل المختلفة . وهو ضرورة لازمة لكل من يريد أن يزداد إيماناً بالله . فكل خلية من خلايا أجسامنا آية ناطقة بعظمة الصانع جل شأنه وعلا .

وقد لوحظ أن الحاجة ماسة إليه لما كلف أحدنا بتدريس هذه المادة

طلاليات الاختصاص في التدليك والكهرباء بكلية الطب سنة ١٩٣٥
وبانتدابه لمعهد الترية البدنية العالي للبنين سنة ١٩٣٨ . وزادت الحاجة إلى هذا
المرجع بدخول تلك المادة ضمن برامج كلية الزراعة حيث عهد للأخر
بتدريسها وقد رأينا توحيداً للجهود أن نشترك في تأليف هذا المرجع .

وإننا إذ نتقدم بالجزء الأول من هذا الكتاب نرجو أن نكون قد وفقنا
بعض التوفيق في إخراجه . نقول بعض التوفيق وليس كله ، لأننا نعلم علم
اليقين أننا أبداً ما نكون عن التوفيق الكامل ؛ وذلك لا عن تواضع منا
وإنما لوجهه نقص كثيرة لم يمكننا أن نتفادها في هذه الطبعة ومن المؤكد
لنا أن كثيراً من زملائنا سيجدون المجال واسعاً لنقد الكتاب وإننا نرحب
بهذا النقد كل الترحيب ، ونرجو أن يوافقنا بكل ما يروونه من أوجه النقص
ومواضع الخطأ والزلل حتى نصل بالكتاب في الطبقات القادمة بإذن الله
إلى درجة تحوز رضاهم .

ولقد وجدنا بعض الصعوبة في تعريب كثير من المصطلحات العلمية .
وكان القاموس القيم للدكتور محمد شرف خير معين لنا في ذلك . ونرجو
أن يتم في القريب العاجل التعاون بين الناطقين بالضاد ، وقد رأينا أن نضع
بجانب النص العربي النص الإنكليزي حتى يسهل على الطالب تتبع المراجع
الانكليزية وزيادة معلوماته بعد قراءة هذا الكتاب .

وإننا نتبرهن هذه الفرصة لسجل اعترافنا بفضل حضرة صاحب العزة
محمود توفيق الحفناوى بك عميد كلية الزراعة ووزير الزراعة السابق في
تسجيحه ونصحيه بعمل هذا المرجع حيث كان من آثار نهضته بالتعليم
الإراعى في مصر إدخال هذا العلم ضمن برامج الكلية لما له من علاقة وثيقة
بعلم تربية الحيوان وتغذيته والألبان .

وإننا نتقدم بحميريل الشكر لأستاذنا الفاضل الدكتور ج . ف . أنزب
أستاذ علم وظائف الأعضاء بكلية الطب ، وما هذا الكتاب إلا إحدى ثمرات

تعاليمه . كما نشكر أستاذنا الفاضل الدكتور مصطفى حموده وباقي أعضاء هيئة
التدريس بقسم علم وظائف الأعضاء . إذ أن هذا المجهود ماهو إلا نتيجة
للعلاقة العلمية الوثيقة التي بيننا وبين جميع أفرادنا . وإننا مدينون لأستاذنا
الفاضل الدكتور على حسن أستاذ الكيمياء الحيوية بكلية الطب ولزميلنا
الناطقة الدكتور محمد شفيق الريدى مدرس الكيمياء الحيوية على مراجعتهما
لكثير من أبواب الجزء الأول وقد كان لتشجيعهما المتواصل أثر كبير في
إنجاز هذا الجزء من الكتاب . وإننا نريد أن نبين بوضوح أنهما لم يطلعا
على بعض أبواب هذا الجزء قبل طبعته . وكل ما به من نقص تقع مسئوليته
على عاتقنا وحدنا . وتقدم بالشكر الوافر للدكتور أمين على طرخان مدرس
المستولوجيا بكلية الطب على مراجعة الباب الثاني وتصحيحه . ونشكر
الأستاذ إسماعيل شوقى رئيس تشغيل مطبعة مصر على تصحيح اللغة العربية
لكثير من أبواب الكتاب . كما نشكر الأساتذة أصحاب المراجع الأجنبية
على نقل كثير من الأشكال من مراجعهم . ولا يفوتنا أن نشكر صاحب ومدير
وعمال مطبعة الاعتماد على معونتهم لنا وعلى ما قاموا به من مجهود قيم في
إنجاز طباعة هذا الجزء في وقت قصير .

وإننا نرجو أن نكون قد وفقنا إلى القيام ببعض الواجب علينا لأمتنا
العزيرة والأقطار العربية الشقيقة . ونرجو أن نكون بهذا الكتاب قد أضفنا
حجراً إلى ذلك البناء الضخم الذى شيده ولا يزال يشيده عميد الطب في مصر
صاحب المعالي الدكتور على إبراهيم باشا وإنه ليسرنا كل السرور أن يظهر
الجزء الأول من هذا الكتاب وقت الاحتفال بيوبيله الفضى .

وقفنا الله إلى ما فيه الخير في ظل حضرة صاحب الجلالة الدكتور
فاروق الأول نصير العلم والجامعة حفظه الله ؟

محمد طلعت - احمد حسن
محمد حسن

محتويات الكتاب

صفحة	
٩	الباب الأول . مقدمة ، الخلية ، سمات الحياة ، الطرق المتبعة في بحث وظائف الأعضاء
١٤	الباب الثاني . التركيب الميكروسكوبي للجسم . النسيج الطلائى ، النسيج الضام ، النسيج العضلى . النسيج العصبى
٣٠	الباب الثالث . التركيب الكيمايى للبروتوبلازم . العناصر ، المركبات العضوية : الدهون ، مائيات الكربون ، البروتينات
٥٠	الباب الرابع . الهضم . المخائر
٥٨	الباب الخامس . الهضم فى الفم ، أعصاب التمدد اللعابية ، تأثير تذبذب الأعصاب اللعابية ، كيفية إفراز اللعاب . التركيب الكيمايى للعباب . وظائف اللعاب ، اليلع
٦٩	الباب السادس . الهضم فى المعدة ، العصير المعدى ، حامض الكلورودريك وظائف حامض الكلورودريك ، وظيفة الخيرة بيسين . وظيفة الخيرة رنين ، وظيفة الخيرة لبيز . وظيفة المخاطين . إفراز العصير المعدى . كيفية إفراز العصير المعدى . الإفراز العصبى ، الإفراز الناتج من وجود الطعام بالمعدة ، تأثير الدهن فى الإفراز المعدى حركات المعدة ، تأثير الأعصاب على حركات المعدة . ترجيع محتويات الأنتى عشر إلى المعدة . التى . الاجترار
	الباب السابع . الهضم فى الأمعاء الدقيقة . عصير البنكرياس ، عمل التريسين ، عمل إميليز البنكرياس ، عمل لبيز البنكرياس ، إفراز عصير البنكرياس ، عصير الأمعاء الدقيقة . كيفية إفراز عصير الأمعاء الدقيقة . إفراز المخاطين ، إفراز الكبد ، تركيب الصفراء .

كل نسخة غير مهورة بحتم المؤلفين أو توقيعهما تعتبر مسروقة

أملح الصفراء، أصباغ الصفراء، الكوليسترول، وظائف الصفراء، كيفية إفراز عصير الصفراء ٨٤

الباب الثامن. حركات الأمعاء الدقيقة، الحركات اللدودية، الحركات الجزئية، الحركات البدولية، أعصاب الأمعاء، العضلة العاصرة اللقفاقية القولونية ١٠٠

الباب التاسع. وظائف الأمعاء الغليظة. حركات الأمعاء الغليظة، البراز ١٠٥

الباب العاشر. امتصاص الأطعمة، مكان الامتصاص، آلية الامتصاص ١١١

الباب الحادى عشر. التمثيل الغذائى العام، الهدم والبناء، الطرق المستعملة فى تقدير سرعة التمثيل الغذائى، التقدير الحرارى المباشر، معامل التنفس، أهمية معامل التنفس، الأخطاء التى قد ترتكب من استنتاجات معامل التنفس، التقدير الحرارى الغير المباشر ١١٥

الباب الثانى عشر. سرعة التمثيل الغذائى، سرعة التمثيل الغذائى القاعدية، العوامل التى تؤثر فى سرعة التمثيل الغذائى القاعدية، عوامل فيسيولوجية، عوامل كيميائية، عوامل مرضية ١٣٥

الباب الثالث عشر. تأثير الطعام على سرعة التمثيل الغذائى، الفعل التوعى الديناميكى للطعام، تأثير المجهود الرياضى على التمثيل الغذائى العام، سبب دين الأوكسجين، الحالة الثابتة، الرقود الذى تستعمله العضلات فى المجهود الرياضى، تأثير المجهود الرياضى على التمثيل الغذائى للبروتين. تأثير المجهود الرياضى على درجة حرارة الجسم، قدرة الجسم الميكانيكية، تأثير درجة حرارة الجو على سرعة التمثيل الغذائى. تنظيم درجة حرارة الجسم، التنظيم الكيميائى، التنظيم الطبيعى. الحرارة المفقودة عن طريق الجلد، العوامل الجوية التى تؤثر على تبريد الجسم ١٤٣

الباب الرابع عشر. الصيام، تأثير الصيام، التمثيل الغذائى وقت الصيام. تمثيل البروتين فى الصيام، تمثيل الدهون، تمثيل مائيات الكربون البول وتمثيل الأملاح الغير العضوية فى الصيام ١٧٠

الباب الخامس عشر. التمثيل الغذائى الخاص، التمثيل الغذائى للبروتينات، امتصاص البروتينات، استعمال البروتينات، التوازن الأوزونى، النهاية الصفرى للتوازن الأوزونى، التوازن الأوزونى الصحى، طرد المجموعات الأمينية من الأحماض الأمينية، البولينا، تكوين البولينا فى الجسم، كيمياء تكوين البولينا، الأهمية الفسيولوجية للبولينا، تحويل البروتينات إلى مائيات الكربون فى الجسم ١٧٨

الباب السادس عشر. التمثيل الغذائى للكرباتين، وجود الكرباتين بالجسم، منبع الكرباتين للجسم، أين يصنع الكرباتين بالجسم، أين يصنع الكرباتينين، وظيفة الكرباتين، إخراج الكرباتين والكرباتينين بالبول ٢٠٠

الباب السابع عشر. التمثيل الغذائى للكبريت. المركبات الغير العضوية. مركبات الكبريت العضوية، إخراج الكبريت من الجسم ٢٠٦

الباب الثامن عشر. التمثيل الغذائى للبروتين النوى، هضم البروتين النوى، استعمال نتائج هضم البروتين النوى بالجسم، تكوين قواعد اليورين فى الجسم، الحامض البولى، مرض التقرس ٢٠٩

الباب التاسع عشر. التمثيل الغذائى لمائيات الكربون، سكر الدم. مصادر سكر الدم، استعمال مائيات الكربون بالجسم، جليكوجين الكبد أكسدة مائيات الكربون إلى ثانى أكسيد كربون وما بالأنسجة. الخطوات المتوسطة فى تحويل الجليكوجين إلى حامض اللبتيك، تحويل مائيات الكربون إلى دهن، صناعة عدة مركبات بالجسم، إخراج السكر بالبول أو الجلوكوزوريا. أنواع الجلوكوزوريا

صفحة

٢٨٢ . مركبات الحديد ، النحاس ، المنجنيز ، اليود ، الزنك ، الفلور .

الباب الثالث والعشرون . البول ، خواص البول الطبيعي ، خواص طبيعية ، خواص كيميائية ، المواد الغير العضوية في البول ، الأسس الحامضية ، الأسس القاعدية ، المواد العضوية في البول ، تأثير كمية البروتين في الطعام على المواد العضوية في البول ، أهم الخواص الطبيعية والكيميائية للمواد العضوية في البول . المواد الغير الطبيعية في البول

٣٠٧ .

الباب الرابع والعشرون . الفيتامينات ، الفيتامينات الذائبة في الدهون ، الفيتامين ا ، الفيتامين د ، الفيتامين هـ ، الفيتامين ك ، الفيتامينات الذائبة في الماء ، الفيتامين ب_١ ، الفيتامين ب_٢ ، الفيتامين ب_٣ ، الفيتامين ج ، البلاجرا ، الفيتامينات ب_٤ ، ب_٥ ، ب_٦ ، الفيتامين ج ،

٣٥٢ .

الباب الخامس والعشرون . الغذاء الكامل

الباب السادس والعشرون . اللبن ، العوامل التي تؤثر في إفراز اللبن ، تأثير مدة الرضاعة بعد الولادة في كمية اللبن ، الفرق بين ألبان الفصائل المختلفة

٣٧٠

صفحة

الجلوكوزوريا الهضمية ، الجلوكوزوريا الكلوية ، جلوكوزوريا الانفعالات النفسية ، جلوكوزوريا الفلوروزين ، جلوكوزوريا البكرياس ، تأثير إعطاء الانسولين للمريض بالبول السكري ، العلاقة بين القصر الأمامي للغدة النخامية والبكرياس ، محصر لتنظيم نسبة السكر في الدم

٢٢٠

الباب العشرون . امتصاص الدهون ، طريق الامتصاص ، استيعاب الدهون بالجسم ، الدهن المخزون ، مصادر الدهن المخزون ، السمته ، علاج السمته ، دهن الأنسجة ، وظائف الفسفوليبيد ، أكسدة الدهن ، كيمياء أكسدة الأحماض الدهنية ، تحويل الدهن إلى مائيات الكربون ، صناعة دهن اللبن ، إخراج الدهن من الجسم

٢٥٤

الباب الحادى والعشرون . التمثيل الغذائي للكوليسترول ، هضم وامتصاص إسترات الكوليسترول ، وجود الكوليسترول بالجسم ، وظائف الكوليسترول ، إخراج الكوليسترول من الجسم

٢٧٨

الباب الثاني والعشرون . التمثيل الغذائي الغير العضوى ، الصوديوم والبوتاسيوم ، توزيع الصوديوم والبوتاسيوم في الجسم ، وظائف الصوديوم والبوتاسيوم بالجسم ، الكالسيوم ، امتصاص الكالسيوم التوازن الكالسيومى . توزيع الكالسيوم بالجسم ، كالسيوم الدم ، وظائف الكالسيوم في الجسم ، إخراج الكالسيوم من الجسم ، الفوسفور ، امتصاص الفوسفور ، توزيع الفوسفور في الجسم ، مركبات الفوسفور الغير العضوية بالجسم ووظائفها ، مركبات الفوسفور العضوية بالجسم ووظائفها ، صناعة مركبات الفوسفور بالجسم ، إخراج الفوسفور من الجسم ، المنغنسيوم ، الحديد ، امتصاص الحديد . توزيع واستعمال الحديد بالجسم ، فوائد

علم وظائف الأعضاء

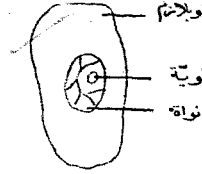
الباب الأول

مقدمة

علم وظائف الأعضاء هو العلم الذي يصف الظواهر الخلقية التي تبديها الكائنات الحية فيبحث هذا العلم في عمل كل عضو من أعضاء الجسم ، وفي كيفية تأدية هذا العضو وظيفته ، وفي العوامل التي قد تؤثر في هذه الوظيفة . ولذلك نرى أن هذا العلم يكون ركناً أساسياً للدراسات الطبية بأنواعها المختلفة . وينقسم علم وظائف الأعضاء قسمين : عام وبشرى . ويبحث القسم العام في جميع الكائنات الحية من نبات أو حيوان ؛ ويبحث البشري في وظائف أعضاء الانسان . ولو أن هذا القسم الأخير هو الأهم من حيث فائدته للجمع الإنساني إلا أننا سنرى أن كثيراً ما يتشابه عمل جميع المخلوقات الحية ، وأن كثيراً من وظائف أعضاء الانسان نفسه — بل كثيراً من طرق علاج الأمراض الجسمية — قد كان نتيجة منطوية لتجارب عملت في حيوانات أخرى .

الحياة وميزاتها — إن أردنا للحياة تعريفاً لوقفنا مكتوفي الأيدي . وكل ما يمكننا أن نقوله أنها من فعل المولى سبحانه وتعالى ، لم يتوصل البحث الطبي ولا المعرفة العلمية إلى حل كثير من أسرارها . إلا أن هناك خواص تميز الجسم الحي من الميت . وأهم هذه الخواص التغذية والتنفس والنمو والخراج والحركة والحس والتوالد — بل الموت نفسه . هذه خواص لكل كائن حي ، سواء كان مركباً من خلية واحدة أو من ملايين من الخلايا . فالخلية (شكل ١) هي وحدة الحياة . وتكون — سواء كانت من حيوان أو نبات — من

جزئين : بواة وسيتوبلازم . فالنواة عبارة عن جسم بيضى أو كرى الشكل فى وسط الخلية ، يفصلها عن سيتوبلازم غشاه . سيتوبلازم دقيق ، وبداخل النواة كتل أو خيوط من مادة تسمى كروماتين . وكثيراً ما توجد أجسام أخرى تسمى نويات ؛ وتختلف هذه فى قابليتها للأصباغ عن بقية النواة .



(شكل ١)

وأما السيتوبلازم فمادة لزجة تختلف شكلاً وحجماً تحت الميكروسكوب من خلية لأخرى كما تختلف فى الخلية نفسها من وقت إلى آخر . وقد يكون السيتوبلازم متجانساً شكلاً أو به عيون أو حبوب من مادة أكثر صلابة . ويوجد بالسيتوبلازم أعضاء أخرى كجهاز جولجى . وتحاط الخلية بغشاء يتكون فى النبات من مادة صلبة تسمى خيلوز (Cellulose) . ولكن فى خلايا الحيوان يتكون هذا الغشاء من تركيز بعض المواد العضوية التى تكون الخلية . ولهذا الغشاء أهمية عظيمة فى حفظ كيان الخلية . فلولاه لذات الحيوانات ذوات الخلية الواحدة فى المياه المحيطة بها والمختلفة عنها كل الاختلاف . ولما بقى فرق بين خلايا أجسامنا وسوائلها المحيطة بها . ولكل عضو من أعضاء الخلية وظائف . ولكن يكفى هنا أن نقول أن النواة تقوم بتركيب المواد العضوية وحفظ النسل . وأن السيتوبلازم يختص بالعمليات التى بها صرف للطاقة كأكددة المواد الغذائية .

ولو أنه لا يوجد فرق أساسى بين عيترات الحياة فى الحيوان عامة إلا أن هناك اختلافات تفصيلية . فمثلاً فى الأميبا تقوم خلية واحدة بكل وظائف الجسم فتنتشر المواد الغذائية والأكسجين من الماء المحيط بالغشاء السطحى للخلية إلى داخلها حيث تجرى عملية هضم الأغذية فى البروتوبلازم ؛ وتفرز الفضلات من خلال الغشاء السطحى أيضاً وتحرك الخلية بواسطة أقدام كاذبة ، هى عبارة عن تومات وقببة من البروتوبلازم . فإذا كانت الأحوال المحيطة

بالخلية ملائمة من حيث وفرة الغذاء والأكسجين ، ومن حيث درجة الحرارة ، نمت الأميبا ونموها تقل نسبة السطح الخارجى إلى حجم الخلية . ولما كان للسطح أهمية عظيمة فى حياة الأميبا — إذ بواسطته تغذى وتنفس وتفرز وتحفظ كوحدة مستقلة عن المياه المحيطة بها — رأينا أن نمو الأميبا لا يمكن إطراده إلى درجة غير محدودة ، إذ كلما نمت بعدت أجزاء البروتوبلازم الداخلية عن السطح ، أى عن الغذاء والأكسجين الضرورين للحياة . وتستعيز الأميبا عن ذلك حينئذ تنمو إلى حجم معين بانقسامها إلى جزئين ، فيفصل كل منهما عن الآخر انفصالاً تاماً ويعيش مستقلاً عن أخيه . وبذلك تتوالد الأميبا ويكثر عددها ، فإذا سادت الأحوال المحيطة بها — بأن جف الماء أو شح الغذاء أو تغيرت درجة الحرارة كثيراً — قاومت الأميبا ذلك ، فتنسدر وتحيط نفسها بغشاء سميك من الكيتين ؛ فان اشتد الجو سوما كان مصيرها الموت كصير كل كائن حى .

هكذا تحيا الأميبا المكونة من خلية واحدة كما يحيا الإنسان : فتغذى وتنفس وتحرك وتتوالد وتموت . ولكن هناك فوارق تفصيلية بيننا وبين الحيوانات الدنيشة ؛ وهذه الفوارق تجعل لأجسامنا مقدرة على احتمال التغيرات الطبيعية والكيميائية فى الوسط المحيط بنا فلا يصبينا الموت عندما يحدث تغير بسيط فى درجة الحرارة مثلاً . وأهم العوامل التى جعلت لأجسامنا هذه الميزة هو اختصاص الخلايا . فخلايا الخلايا التى تكون أجسام الحيوانات الراقية تختلف فى تركيبها كما تختلف فى الوظيفة . وكل من هذه الخلايا مع دقتها وحدة حية تقوم بعملها باستقلال ، ولو أنها — كالفرد فى المجتمع — متأثرة دائماً بما يحدث لقبية الأفراد . بل يذهب هذا التشبيه إلى أبعد من ذلك ، فكما تتوقف حالة المجتمع ورخاؤه على عمل أفرادها المختلفة فإن حياة الجسم ما هى إلا مجموعة عمل خلاياه . وكما يشترك بعض الأفراد فى عمل واحد حتى يتمكنوا من سد حاجة المجتمع من ناحية وظيفتهم . فكذلك

تشارك الخلايا المتشابهة في الوظيفة والتركيب ؛ وفي اشتراكها هذا تكون أنسجة الجسم المختلفة كالنسيج العضلي أو نسيج العنق أو الجلد مثلا . وكما أن النظم الاجتماعية قد أثبتت ضرورة وجود هيئة رئيسية لتوحيد الأعمال المختلفة وتنظيمها وتسييرها في طريق معين عند الحاجة فقد انتخبت خلايا الجسم من بينها المنغ والنخاع الشوكي ليقوما بهذه الوظيفة الرئيسية . ولو تمنا قليلا لوجدنا أن حكومة الجسم تتفوق في دقة عملها ونظامه كل حكومات هذا العالم . فهي تتصل بوساطة الأعصاب بكل أنسجة الجسم اللهم إلا الخلايا الميتة كطبقة الجلد السطحية والخلايا التي في حركة دائمة ككرات الدم - ولو أن للجهاز العصبي كل السيطرة على الكرات الدموية من حيث سرعة حركتها أو توزيعها على أعضاء الجسم . والحقيقة أن الدم بخلاياه يربط أجزاء الجسم بعضها ببعض ويساعد الجهاز العصبي في أداء وظيفته لتكوين وحدة حية متحدة من تآلف تلك الوحدات الدقيقة التي لا عدد لها .

الطرق المتبعة في بحث وظائف الأعضاء

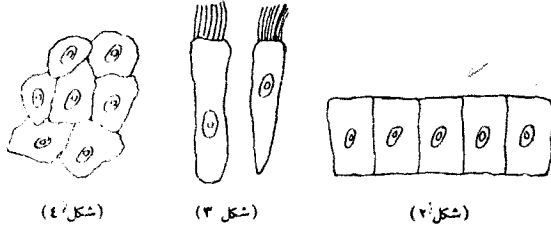
لقد نما علم وظائف الأعضاء نمواً عظيماً باستعمال قوانين الطبيعة والكيمياء في دراسته . فقد أصبح ذلك جائزاً بعد أن ثبتت نهائياً صحة قانون الطبيعة والكيمياء الأساسي عند تطبيقه لما يحدث داخل الجسم . فنطق هذا القانون هو أن المادة والقوة لا تولدان ولا تفنيان . ولقد بدأت معرفتنا بصحة هذا القانون في أجسامنا بتجارب سانكتورياس (Sanctorius) في أوائل القرن السابع عشر فقد كان يجلس معظم وقته في كفة ميزان وبذا أثبت أن وزن جسمه بعد الأكل يساوي وزنه قبل الأكل زائداً ووزن الطعام . ووجد أيضاً أن وزن جسمه ينقص تدريجياً بين الوجبة والأخرى وسبب ذلك النقص هو ما يفقده الجسم من بخار الماء من الجلد والرئتين . ومع أن تجارب سانكتورياس أولية إلا أنها كانت بدامة تجارب كثيرة

تدرجت حتى أثبت روبر (Rubner) في أواخر القرن التاسع عشر أن المواد الغذائية التي نستعملها تولد طاقة في داخل أجسامنا تساوي تماماً تلك الطاقة التي تولدها إذا أكسدت خارج الجسم . فمن هذه الناحية يمكننا اعتبار أجسامنا آلات تحول الوقود باستمرار إلى طاقات مختلفة ؛ وتكون هذه الطاقات - في مجموعها - الحياة .

وكما تطبق قوانين الطبيعة والكيمياء على جسم الإنسان تطبق أيضاً على حيوانات أخرى ، فتعمل التجارب عليها في اليقظة أو تحت تأثير المخدرات أو على أعضاء تفصل من الحيوان ويمكن حفظها حية ، وتؤدي وظيفتها مدداً مختلفة بعد فصلها من الجسم . كما أنه لدراسة التشريح الميكروسكوبي لكل عضو من أعضاء الجسم ومعرفة تركيبه وتكوين خلاياه فائدة عظيمة في تفسير وظائفه . وهذا للملاحظة الأعراض المرضية ومقارنتها بالخلل الموجود في أعضاء الجسم عند التشريح بعد الوفاة أثر كبير في كشف القناع عن وظائف هذه الأعضاء .

وبهذه الطرق وغيرها أمكن دراسة وظائف أعضاء الجسم ، والعوامل التي تؤثر في هذه الوظائف ، وعلاقة الأعضاء بعضها ببعض ، وكيفية عملها كلها معاً لتكوين الحياة وللغلب على التغيرات الطبيعية والكيميائية التي تحدث في الوسط المحيط بالحيوان .

هذا النسيج الممرات الهوائية ولكنه لا يوجد في الحويصلات الهوائية ،
ويوجد أيضاً في قنوات فالوب (Fallopian tubes) والجزء العلوي من الرحم ،
وفي القناة المنوية والبربخ ، وفي بطينات المنع والقناة المركزية للنخاع
الشوكي . وفي بعض الحيوانات - كالضفدعة - تبطن الخلايا الهدبية الفم
والمرى . وأما كمن أخرى . وفائدة حركة الأهداب والتيارات التي تنشأ عنها
عظيمة . فمثلاً في القصبات الهوائية تطرد التيارات الإفرازات المخاطية أو
البلغم وتمنع تراكمها في المجارى الهوائية ؛ وفي قناة فالوب تحرك التيارات
البيوضة إلى الرحم .



(شكل ٤)

(شكل ٣)

(شكل ١)

(ح) النسيج الطلائي البساطي (Pavement Epithelium) (شكل ٤) :
ويتركب هذا النسيج من طبقة رقيقة من الخلايا مرتبة على شكل فسيفسائي
محكم . ويمكن مشاهدة هذا النوع في النسيج الطلائي المبطن للحويصلات
الهوائية للرئتين .

الفصيلة الثانية: النسيج الطلائي المركب (Compound Epithelium)
ويتركب هذا النسيج من أكثر من طبقة واحدة من الخلايا وينقسم إلى :
(١) النسيج الطلائي الانتقالي (transitional Epithelium) (شكل ٥) :
ويتركب من ثلاث أو أربع طبقات من خلايا كبيرة كثيراً ما تكون كثرية
الشكل . ويبطن هذا النسيج المثانة والحالب .

الباب الثاني

التركيب الميكروسكوبي للجسم (Microscopic Structure)

- تنقسم أنسجة الجسم إلى أربعة أنواع : -
- ١ - النسيج الطلائي (Epithelial tissue)
 - ٢ - النسيج الضام (Connective tissue)
 - ٣ - النسيج العضلي (Muscular tissue)
 - ٤ - النسيج العصبي (Nervous tissue)

النسيج الطلائي

يغطي هذا النسيج سطح الجسم والأغشية المخاطية ويبطن الأعضاء المجوفة .
وينقسم إلى فصليتين عظيمتين يمكن تقسيم كل منهما بحسب شكل الخلايا وترتيبها .

الفصيلة الأولى : النسيج الطلائي البسيط (Simple Epithelium) -
ويتركب من طبقة واحدة من الخلايا ، ويوجد منه الأنواع الآتية :

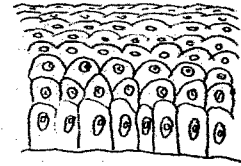
(١) النسيج الطلائي المكعب والعمودي (Cubical and Columnar Epithelium) (شكل ٢) :
ويوجد النسيج الطلائي المكعب في قجوات الغدة
الدرقية وفي الأنابيب الكلوية (uriniferous tubules) . أما العمودي
فيبطن القناة الهضمية من المعدة إلى آخر المستقيم ؛ وتكون الخلايا مبيكة
ومكعبة أو عمودية الشكل كما يبدو من الاسم .

(ب) النسيج الطلائي الهدبي (Ciliated Epithelium) (شكل ٣) :
وخلاياه غالباً عمودية الشكل ، ويبرز من سطحها خيوط دقيقة من البروتوبلازم
دائمة الحركة ويسبب عن حركتها تيارات في السائل الملاصق لها ، ويبطن

(ب) النسيج الطلائي الطباقى (Stratified Epithelium) (شكل ٦):



(شكل ٦)



(شكل ٥)

ويتركب من عدد كبير من طبقات الخلايا ؛ ويكون البشرة والجزء العلوى من القناة الهضمية من الفم حتى مدخل المرى من المعدة . وتكون الخلايا فى الطبقات العميقة عمودية أو مكعبة الشكل ؛ أما الخلايا فى الطبقات السطحية فسطحة ، وتحول البروتوبلازم بها إلى مادة قرنية (Keratin) .

النسيج الضام

يتماز هذا النسيج عن غيره بكثرة المادة التى بين الخلايا ، وقد تكون هذه المادة سائلة كما فى حالة الدم واللف . وقد تكون صلبة جداً كما فى حالة العظم حيث ترسب بها أملاح الكالسيوم وقد تكون وسطاً بين هذا وذاك كما فى الأنواع الأخرى . ويكون هذا النسيج هيكل الجسم ، ويؤدى وظيفة ربط الأنسجة وتدعيمها وضمها لبعضها . وتوجد أنواع كثيرة من هذا النسيج وهى:

١ - النسيج الضام الخلالى (Areolar tissue) .

٢ - اللينى (Fibrous tissue) .

٣ - المطاط (Elastic tissue) .

٤ - الدهنى (Adipose tissue) .

٥ - الشبكي والليمفاوى

(Reticular and Lymphoid tissue)

٦ - النسيج الشبيه بالجيلاتين (Jelly like tissue) .

٧ - النضروف (Cartilage) .

٨ - العظم والأسنان (Bone and teeth) .

٩ - الدم (Blood) . واللبف (Lymph)

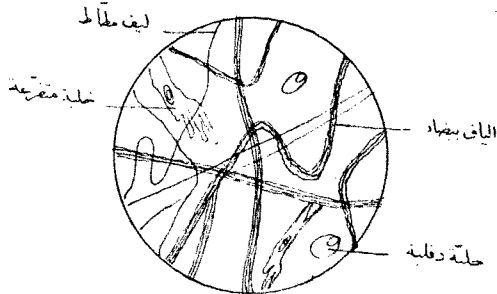
١ - النسيج الضام الخلالى: هو أكثر الأنواع شيوعاً بالجسم . وهو نسيج ضام نموذجى . ويتركب كما فى (شكل ٧) من العناصر الآتية:

١ - ألياف بيضاء (White fibres) .

٢ - ألياف صفراء أو مطاطة (Yellow or elastic fibre) .

٣ - خلايا النسيج (Connective tissue cells) .

٤ - مادة ما بين الخلايا (Interstitial substance) .



(شكل ٧)

والألياف البيضاء عبارة عن خيوط رفيعة متموجة تجرى فى حزم فى اتجاهات مختلفة وتتقاطع مع بعضها البعض مكونة شبكة غير منتظمة وتاركة فجوات (Alveoli) فيما بينها . وقد تتفرع الحزم وتشبك فروع كل منها مع الأخرى ؛ ولكن الليفة الواحدة لا تتفرع مطلقاً .

وأما الألياف الصفراء فتجري عادة منفردة وتفرع وتتصل فروع الألياف بعضها . وتتركب الألياف البيضاء من كولاجن (Callagen) ينوب في الملم المعلى ويتحول إلى جيلاتين (gelatin) . وأما الألياف الصفراء فتتكون من مادة بروتينية أخرى تسمى الإستين (Elastin) . وبإضافة حامض الخليك إلى النسيج تنتفخ الألياف البيضاء وتصبح غير واضحة ، في حين لا تتأثر الألياف الصفراء .

ويوجد المخاطين (Mucin) بالماء المتجانسة بين الألياف . والتي يوجد بها الخلايا . ولا يمكن رؤية هذه المادة المتجانسة بوضوح نظراً لأنها شفافة جداً ، ولكنها تصبغ بمحلول تترات الفضة وتصبح صفراء قائمة فيما عدا المسافات التي يوجد بها الخلايا .

وتوجد عدة أنواع من الخلايا أكثرها شيوعاً ما يأتي :

١ - الخلايا الليفية (fibroblasts) : وهي خلايا متفرعة تتصل فروع كل خلية منها بفروع الخلية المجاورة لها . مثال ذلك الخلايا الموجودة في القرنية (Cornea) .

٢ - الخلايا الدقيلة (Mast cells) : وهي خلايا غير متفرعة يردحم البروتوبلازم بها محبوب بروتينية تصبغ بالأصباغ القاعدية ، مثل جيتيان بنفسجي (Gentian violet) ، وتوجد بكثرة بجوار الأوعية الدموية .

٣ - الخلايا المتجولة (wander cells) : وهي خلايا تتحرك حركة أميبية ، ككرات الدم البيضاء التي تنفذ من جدران الشعيرات الدموية .

٤ - الخلايا الملونة (Pigment Cells) : وهي خلايا تشبه الأولى ولكنها محملة بمادة سوداء أو بنية توجد في مواضع كثيرة تحت الجلد ، وفي الطبقة المتوسطة لجدار العين تحت الجلد في بعض الحيوانات كالضفدعة والأسماك .

ويوجد النسيج الضام الخلائي في مواضع كثيرة بالجسم فهو موجود مثلاً تحت الجلد (Subcutaneous) ، وتحت الغشاء المخاطي (Submucous) ، وتحت

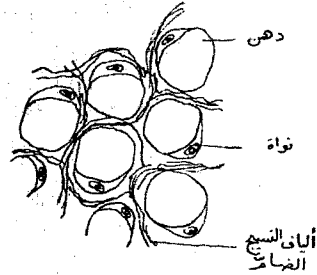
الغشاء المصلي (Subserous) ؛ ويكون أغلفة العضلات والأعصاب والأوعية الدموية والغدد ؛ ويثبت الأعضاء الداخلية في مراكزها وينفذ بداخلها مدعماً وضاماً أجزائها .

(٢) النسيج الضام الليفي : تربو في هذا النسيج الألياف البيضاء على غيرهما . والألياف مرتبة أحياناً في حزم متوازية مع بعضها مما يجعل هذا النسيج متيناً جداً . والخلايا كبيرة الحجم ولها نواة كبيرة مستديرة . وقد ترتب الخلايا في سلاسل طويلة بين الألياف كما في حالة أوتار العضلات . ويوجد هذا النسيج فيما عدا أوتار العضلات في أربطة المفاصل وفي الجلد . وأما كى أخرى .

(٣) النسيج الضام المطاط : تربو في النسيج المطاط الألياف الصفراء أو المطاطة على غسبها . ويوجد في جدران الشرايين والأوردة وفي القصة الهوائية والرباط القفوى (Ligamentum nuchea) للثور والحصان وحيوانات أخرى كثيرة ويساعد النسيج المطاط النسيج العصبى إذ يمنع تمزقه أو تمدده نظراً لمرونة الألياف الصفراء . فمثلاً يساعد الرباط الأصفر (Ligamentum flava) العمود الفقري للإنسان على حفظ الجسم معتدلاً ، والرباط القفوى على رفع الرأس ضد جاذبية الأرض . وفي جدران الأوعية الدموية يمنع النسيج المطاط تمدد الجدران الذي قد ينشأ من ضغط الدم . وفي القصة الهوائية يقوم النسيج المطاط بوظائف مماثلة .

(٤) النسيج الدهنى : يوجد النسيج الدهنى بكل مواضع الجسم ولا يختص إلا في أماكن قليلة كتحت جلد جفون العين والقضيب (Penis) والخصف (Scrotum) والشفرين الصغيرين (Labia minora) وفراغ الجمجمة . ويتركب النسيج الدهنى من خلايا صغيرة مملأى (شكل ٨) بالدهن الذي يحل محل معظم بروتوبلازم الخلية . ويحاط الدهن بغشاء رقيق من

البروتوبلازم يتفخ حيث توجد نواة الخلية . وتوجد الخلايا الدهنية على أشكال كثيرة : فقد تكون كتلا صغيرة منتظمة الشكل يفصلها عن بعضها



(شكل ٨)

خيوط من نسيج خلالي أو شبكة من الشعيرات الدموية . وتوجد الخلايا الدهنية بكثرة في طريق الأوعية الدموية . وتنشأ الخلايا الدهنية من خلايا النسيج الضام العادية . فيظهر أولا في البروتوبلازم نقط صغيرة من الدهن تتحد مع بعضها وتكون نقطة أكبر منها . وهكذا تمتلئ الخلية بالدهن على حساب البروتوبلازم الأصلي الذي يصبح ، في الخلية النائمة التكوين ، عبارة عن غشاء رقيق يحتوي على النواه ويصنع الدهن بحامض أوزميك (Osmic acid) باللون الأسود ، وذلك لأن حامض أوليك الذي يوجد بالدهن يتخزل حامض الأوزميك وينتج عن هذا الاختزال مركب أسود اللون ، وللنسيج الدهني فوائد هامة ، فهو عبارة عن مخزن للوقود الذي يستعمل في حالات الصيام أو قلة الغذاء . ويمنع الدهن الموجود تحت الجلد فقد كميات كبيرة من حرارة الجسم كما يملأ الفراغات الموجودة بين أعضاء الجسم فيكون مادة مرنة ناعمة ، وبذا تحفظ الأعضاء في مواضعها ولا تتأثر بالضغط .

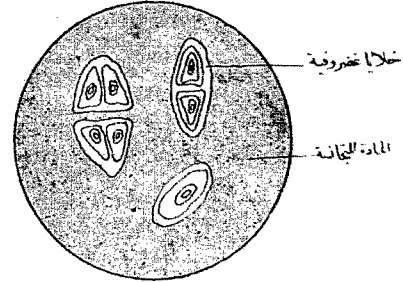
(٥) النسيج الشبكي والليمفاوي : يكون النسيج الشبكي الهيكل لكثير من الأعضاء كالغدد الليمفاوية والطحال والكبد ونخاع العظام والأغشية المخاطية . وهو يدعم خلايا الأعضاء التي توجد به ، وتكون المادة المتجانسة التي بين الخلايا أكثر سيولة في هذا النسيج من أي نوع آخر . وتقل -

أو تنعدم - فيه الألياف المطاطة . وتكون الألياف التي به شبكة ضيقة يتخلها شبكة أخرى من الخلايا وهناك بعض الأدلة على أن الألياف في النسيج الشبكي تختلف عن الألياف الأخرى وتكون نوعاً خاصاً بها . والنسيج الليمفاوي عبارة عن نسيج شبكي يحتوي عيونه على عدد كبير من الخلايا الليمفاوية . ومن أمثلة هذا النسيج الغدد الليمفاوية واللوز الحلقية وكرات مليجي (Malpighian corpuscles) في الطحال .

(٦) النسيج الضام المشابه للعيونين : ويوجد هذا النسيج في الجنين حول الأوعية الدموية والجلبل السرى (Umbilical cord) . ويوجد بعد الولادة في الجسم الزجاجي للعين (Vitreous humour) . وتوجد الخلايا والألياف في هذا النسيج مبعثرة ومتباعدة وقليلة وبذا تظهر المادة المتجانسة التي بين الخلايا في هذا النسيج على العناصر الأخرى ، وهذا ما يميزه عن غيره وترتكب هذه المادة من الماء والمخاطين وأملاح غير عضوية خصوصاً كلورور الصوديوم .

(٧) الغضروف : ينقسم الغضروف قسمين : الغضروف الهلامي (Hyaline Cartilage) وهو على ما يظهر ، خال من الألياف . والغضروف اللبني (Fibrous Cartilage) الذي يحتوي على الألياف . وقد تكون الألياف بيضاء ويسمى النسيج حينئذ الغضروف اللبني الأبيض . وقد تكون مطاطة ويسمى بالغضروف اللبني المطاط . وترى الخلايا الغضروفية (شكل ٩) إما مفردة وإما في مجاميع تحتوي على خلتين أو أربع أو ثمان ، بما يدل على تكوين المجاميع من خلية واحدة تنقسم إلى اثنتين ينقسم كل منهما مرة أخرى وهكذا . ويحيط بالخلايا عادة غلاف أو أكثر من المادة المتجانسة يتميز عن باقي هذه المادة في أنه يصنع بالهيماوكسليين (Haematoxylin) بدرجة أشد هن الباقي وللخلايا شكل ذى زوايا ولكن جانب الخلية الذي يواجه خلية

أخرى في المجموعة يكون مسطحاً . وقد يوجد في روتوبلازم الخلايا الراقنة
نقط دهنية ، وفي العادة نشاء حيواني (Glycogen) . ويوجد الغضروف



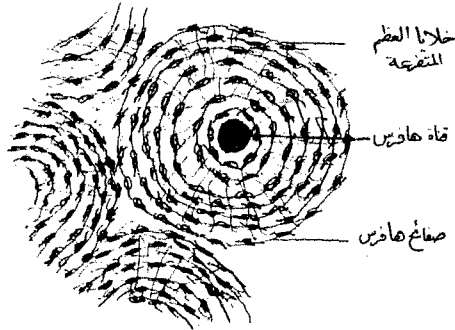
(شكل ٩)

الهلامي في غضاريف الأضلاع والأنف والقصبه الهوائية وفي الصباغ
الأذني الخارجي (External auditory meatus) وفي معظم الغضاريف
الخشبية . وتغطي النهايات المفصليّة للعظام بالغضروف الهلامي ؛ وفي هذه
الحالة يسمى بالغضروف المفصلي . ويكون الغضروف الهلامي معظم العظام
قبل نكسها . وبإغلا. المادة المتجانسة للغضروف الهلامي نحصل على المركب
الكيميائي كوندرين (Chondrin) ؛ وهو مخلوط من الجيلاتين ومواد مخاطية .

ويكون الغضروف اللينّي الأبيض الأقراص التي بين الفقرات ، وكذا
يكسو السطح المفصليّة المقعرّة كحفن الفخذ (Acetabulum) وحقة الكتف
(Glenoid cavity) . وهو نسيج قوى جداً ويوجد الغضروف اللينّي المطاط
في صوان الأذن الخارجية (Pinna) وفي لسان المزمار (Epiglottis) وفي
أنبوبة استاكوس (Eustachian tube) . والخلايا في هذا النوع مستديرة
أو بيضية ويوجد في المادة بين الخلايا كثير من الألياف المطاطة الدقيقة

مكونة من شبكة حول الخلايا . والمساحات التي تحيط بالخلايا مباشرة خالية
من الألياف .

(٨) العظم : العظم عبارة عن نسيج ضام ترسبت فيه أملاح الكالسيوم
في المادة المتجانسة التي بين الخلايا . وإذا امتحن قطاع مستعرض (شكل ١٠)



(شكل ١٠)

من عظمة طويلة — كعظمة العضد أو غيرها تحت الميكروسكوب وجدت
ألياف النسيج الضام مرتبة على شكل طبقات مستديرة بعضها مركب تحت
السمحاق (Periosteum) مباشرة ، ومركز الدوائر في هذه الحالة هو الفراغ
التخاعي ، وتسمى هذه بالطبقات المحيطة (Circumferential Lamellae) ؛
وبعضها أصغر قطراً ومركب حول قنوات يوجد بها الأوعية الدموية تسمى
قنوات هافرس (Haversian Canals) . ويوجد عدة من هذه الطبقات مركبة
داخل بعضها على شكل البصلة حول كل قناة . وتسمى هذه الطبقات :طبقات
هافرس (Haversian Lamellae) . وهناك طبقات أخرى تملأ المساحات
الموجودة بين طبقات هافرس وتسمى طبقات خللية (Interstitial Lamellae)

النسيج العضلي

يعرف هذا النسيج عادة باللحم والعصلات هي أعضاء الحركة. وتنقسم العصلات ثلاثة أقسام:

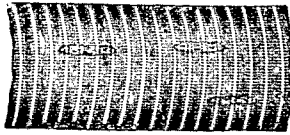
- ١ - عضلات إرادية أو هيكلية (Voluntary or Skeletal muscles) وهي الخاضعة للإرادة .
- ٢ - عضلات غير إرادية أو حشوية (Involuntary or Visceral)
- ٣ - عضلة القلب (Cardiac muscle) .

ولو أن عضلة القلب غير إرادية إلا أنها تختلف في تركيبها الميكروسكوبي عن العصلات الغير الإرادية الأخرى ؛ ولذلك كونت نوعا بمفردها .

ويتركب النسيج العضلي من خيوط صغيرة تسمى بالألياف العضلية ويحيط بها نسيج ضام . وتختلف الألياف العضلية عن ألياف النسيج الضام في أن الأولى تنشأ من الخلايا نفسها ، وذلك باستطالة الخلية لتكوين الألياف ، أما ألياف النسيج الضام فتنشأ في المادة التي بين الخلايا .

العصلات الإرادية أو الهيكلية

مع أن الألياف التي تتركب منها هذه العصلات تختلف كثيراً عن بعضها من حيث السمك والطول إلا أن شكلها غالباً أسطوانى ونهاياتها مستديرة ومعظمها متصل بالعظم بواسطة وتر . ومتوسط قطر الألياف



١/٢ من المليمتر . ومتوسط الطول نحو ثلاثة سنتيمترات ونصف . ولا تفرع هذه

من شيفر (شكل ١١)

وتوجد فراغات (Lacunae) بين طبقات هافرس . وهذه الفراغات متفرعة وغير منتظمة الشكل ، وتصل فروع كل منها بفروع الفراغات المجاورة . وتحتوى هذه الفراغات على خلايا العظم .

ويمكن تمييز نوعين مختلفين من العظام عند مشاهدتها بالعين المجردة ، وذلك من حيث التركيب : أولها يسمى بالعظم المحكم (Compact bone) ؛ وثانيهما بالعظم الاسفنجى (Cancellous bone) . والأطراف المفصليّة للعظام الطويلة مغلقة بطبقة من العظم المحكم ، في حين يتكون الجزء الداخلى منها من العظم الاسفنجى . أما القصبّة فتكون من طبقة سميكة من العظم المحكم تحيط بقناة متوسطة تحتوى على نخاع العظم (Marrow) .

والنخاع نوعان : نخاع أحمر وآخر أصفر . ويملأ الأول فراغات النسيج الاسفنجى وبه كثير من الأوعية الدموية وخلايا خاصة تسمى خلايا النخاع ؛ ومنها تتكون كرات الدم البيضاء . وهناك خلايا أصغر حجماً لها نواة ولها لون كرات الدم الحمراء ، ومنها تنشأ كرات الدم الحمراء وتسمى "Erythroblast" . ويوجد عدا ذلك خلايا دهنية وعدد قليل من خلايا كبيرة متعددة النواة تسمى الخلايا العموية (Giant cells) .

أما النخاع الأصفر فيملأ فراغ العظام الطويلة ويحتوى على خلايا دهنية كثيرة وقليل من الأوعية الدموية .

ويتركب العظم كيميائياً من ٢٥ ٪ ماء ، ومعظم البىاقى فوسفات الكالسيوم ؛ وبه قليل من كربونات الكالسيوم وفوسفات المغنسيوم والكلولاجين الذى يتحول بالغلين إلى جيلاتين .

العضلات إلا في حالة عضلات الوجه واللسان؛ والألياف في هذه الحالة أدق من ألياف معظم العضلات الإرادية.

وتركب كل ليفة عضلية (شكل ١١) من غلاف متجانس ومطاط يسمى ساركولما (Sarcolemma) بداخله المادة القابلة للانقباض.

تحتوى الألياف على عدة نويات بيضية الشكل موضعها تحت الساركولما مباشرة في عضلات الثدييات، أما في عضلات الضفدعة فتوجد في سمك الليف العضلي ويحيط بالنواة غالباً قليل من البروتوبلازم المحبب. وتتكون المادة القابلة للانقباض من أعمدة طولية تسمى ساركوستيل (Sarcostyles) (شكل ١٢) يوجد بينها مادة شفافة تسمى ساركوبلازم (Sarcoplasm). وتعطى هذه الأعمدة لليفة العضلية تحطيطاً طولياً وفضلاً عن هذا التخطيط الطولى تظهر العضلات الإرادية تحطيطاً عرضياً يقسم الأعمدة الطولية إلى أقراص مضيفة ومعتمة على التوالي. ويوجد في وسط كل قرص مضىء خط يسمى غشاء



(شكل ١٢)

- ١ - خط هنسن
- ٢ - غشاء كراوس
- ٣ - ساركومير

(عن شيفر)

كراوس (Krause's membrane) وفي وسط كل قرص معتم خط آخر واضح دقيق يسمى خط هنسن (Hensens, line). ويسمى جزء العمود الطولى الذى يقع بين كل غشائين من أغشية كراوس بالساركومير (Sarcomere). وهو يتكون من جزء معتم في الوسط يحيط به من كل ناحية نصف قرص مضىء. (شكل ١٢). وتجتمع الألياف العضلية في حزم بواسطة نسيج ضام خلالي، ويحيط بالعضلة كلها نسيج ضام لىنى. وتمرازوعية الدموية إلى العضلة في النسيج الخللالي الذى بين الألياف ولا تختزق السركولما بتأناً.

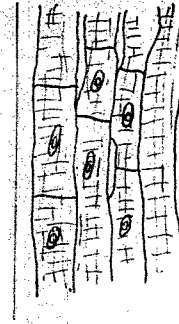
الألياف الحمراء والألياف البيضاء

هناك نوعان من الألياف العضلية الإرادية: ألياف حمراء وألياف بيضاء. ويظهر ذلك واضحاً في بعض الحيوانات - كالأرنب والدجاج - حيث نرى لبعض العضلات لوناً أحمر طويلاً، في حين أن بعضها الآخر عديم اللون وقد يوجد النوعان من الألياف بجوار بعضهما في العضلة الواحدة. وقد لوحظ في الأرنب أن العضلات الحمراء بطيئة الانقباض بعكس العضلات البيضاء. ومع أن الفرق بين ألوان العضلات في الحيوانات الأخرى - كالقط والكلب والإنسان - ليس واضحاً كما هو الحال في الأرنب والدجاج إلا أن بعض عضلات هذه الحيوانات ينقبض أيضاً بسرعة وبعضها ينقبض ببطء مما يدل على أن سرعة الانقباض أو بطئه ليس متعلقاً تماماً باللون. واللون الأحمر نتيجة لوجود مادة تشبه هيموجلوبين الدم بالعضلات. وتمتاز العضلات الحمراء في الأرنب، أو العضلات التى تماثلها في الحيوانات الأخرى، بأنها أكبر حجماً ومعتمة وبها كثير من السركوبلازم، مما يجعل تحطيطها الطولى واضحاً؛ وأما التخطيطات العرضية فغير منتظمة. ويوجد بالألياف الحمراء كثير من النويات ليس فقط تحت السركولما بل في سمك الليفة أيضاً. وتحتوى الألياف الحمراء على حبوب كثيرة مكونة غالباً من مادة دهنية تختفي في حالة صيام الحيوان. وأما الألياف البيضاء، فهى رقيقة وأصغر حجماً وبها قليل من السركوبلازم ولا تخزن حبوباً دهنية.

وكما رأى بعض العلماء توجد فروق أخرى من حيث وظيفة هذه الألياف العضلية؛ وسنذكرها بالتفصيل فيما بعد (باب النشاط العضلى (Muscle tone) بالجزء الثالث).

عضلة القلب

تشبه عضلة القلب (شكل ١٣) العضلات الهيكلية في كونها مخططة ؛



(شكل ١٣)

وتختلف بذلك عن العضلات الغير الإرادية .
ولعضلة القلب صفات مميزة خاصة بها إذ تتحد
الألياف في مواضع كثيرة بواسطة أفرع
قصيرة مع بعضها . والألياف أصغر من ألياف
العضلات الهيكلية العادية ؛ وتخطيطها العرضي
أقل وضوحاً ؛ وليس لها سر كولما ، ونواتها
موجودة في وسط الليفة . والألياف العضلية
متصلة ببعضها ومكونة كتلة مستمرة من
البروتوبلازم (Syncytium) .

العضلات الغير الإرادية

تتركب هذه العضلات من ألياف صغيرة
(شكل ١٤) مغزلية الشكل لها نواة بيضية عادة تحتوي
على نوية أو نويتين (nucleoli) . وهي مخططة تخطيطاً
طولياً ضعيفاً وليس بها تخطيط عرضي ؛ وليس لها
سر كولما حقيقية . ولكن يحيط بها غشاء رقيق من
البروتوبلازم ؛ ويدعم الألياف مع بعضها مادة ضامة
تصنع بواسطة أزوتات الفضة ؛ ويمر بها من خلية إلى
أخرى زوائد دقيقة .

وتوجد العضلات الغير الادارية في جدران
كثير من الأمعاء الداخلة - كالثناة الهضمية والثلاثة
البولية والشرابين والأوردة وغيرها .



(شكل ١٤)

النسيج العصبي

يتركب النسيج العصبي من خلايا عصبية والخلايا العصبية على جملة أنواع
تختلف في الشكل والحجم بحسب موضعها من الجهاز العصبي ووظيفتها وتتكون
على العموم كل خلية عصبية من جزئين وهما جسم الخلية وفروعها وتوجد
أجسام الخلايا بالجهاز العصبي الرئيسي - أى المخ والنخاع الشوكي . ويوجد
عدد قليل منها في عقد عصبية موجودة خارج المخ والنخاع الشوكي . وأما
الفروع فهي تربط المراكز العصبية بعضها ببعض كما تربط الجهاز العصبي
الرئيسي بأنسجة الجسم المختلفة وتسمى الفروع بالأعصاب .
ويمكن تقسيم الأعصاب قسمين بحسب وظيفتها :

١ - أعصاب واردة (afferent) وهي التي تمر بها الإشارات من أعضاء
الجسم المختلفة إلى الجهاز العصبي الرئيسي .

٢ - أعصاب صادرة (efferent) وهي التي تمر بها الإشارات من الخلية
العصبية إلى خلية عصبية أخرى أو إلى أعضاء الجسم المختلفة .

وليس هناك فرق بين التركيب الميكروسكوبى للأعصاب الواردة والصادرة
وستنكلم عن التركيب الميكروسكوبى للنسيج العصبي في الجزء الثالث .

كأملاح فوسفات وكربونات الكالسيوم ؛ وتوجد بمقادير أقل في الدم وبقية أنسجة الجسم ككلور الصوديوم والبوتاسيوم وغيرها .

ويمكن تقسيم المركبات العضوية إلى ثلاثة أقسام وهي :

أولاً : الدهنيات ، وتحتوى على C ، H ، O ، وأحياناً F ، Z ،

ثانياً : مائيات الكربون ، وتحتوى على C ، H ، O ،

ثالثاً : البروتينات ، وتحتوى على C ، H ، O ، N ، Z وعادة كـ وفـ

الباب الثالث

التركيب الكيميائي للبروتون ويلازم

١ - العناصر :

توجد العناصر الآتية في كل الكائنات الحية : الكربون والايديوجين والاكسجين والازوت والكبريت والفوسفور والكالسيوم والمغنسيوم والحاس والحديد . وهناك عناصر أخرى موجودة في بعض الكائنات دون الأخرى ، ومنها اليود والفلورين والبرومين والالومنيوم والنيكل والكوبلت والزنك والرصاص والفضة والكاديوم والبثيوم والاسترونشيوم والمنجنيز والسليكون

وتحصل الكائنات الحية على مايلزمها من هذه العناصر من الوسط المحيط بها . فكل هذه العناصر موجودة في القشرة الأرضية ، ووجودها شرط ضرورى في الحياة ، فإذا ما كان أحد هذه العناصر الضرورية لتكوين البروتون يلزم قليلا في الوسط المحيط به فإنه يحدد نمو الكائنات الحية في هذه التربة . فثلا ترى أن نمونيات في أى تربة بقدر كميات البوتاسيوم والازوت والفوسفور الموجودة في تلك التربة .

٢ - المركبات :

ولا توجد هذه العناصر في الكائنات الحية منفردة ولكنها تتحد مع بعضها وتكون مركبات كيميائية ولو أنه في أحوال قليلة توجد بعض عناصر منفردة - مثال ذلك الأوكسجين في الدم . وتقسّم المركبات إلى عضوية وغير عضوية . فأما المواد الغير عضوية فيوجد معظمها في الهيكل العظمى ،

المواد الدهنية (Lipides)

وتقسم إلى

١ - مواد دهنية بسيطة (Simple lipides) : وهى الدهون (Fat)

والشموع (Waxes) ، واسترات الكوليسترول (Cholesterol esters) والايسترولات الأخرى .

٢ - مواد دهنية مركبة (Compound lipides) : وهى الفسفوليبيد

(Phospholipides) ، والجلوكوليبيد (Glucolipides) ، والامينوليبيد (Aminolipides) .

المواد الدهنية البسيطة

الدهون : تتكون الدهون البسيطة من جليسرين وأحماض دهنية . ويبين

الرمز الآتى جزيء الجليسرين مع ثلاثة جزيئات من الأحماض الدهنية لتكوين

جزيء دهن بسيط

ع^١ C_{١٧}H_{٣٥}O_٢ (١) C_{١٧}H_{٣٥}O_٢ [حامض ستيريك]

C_{١٧}H_{٣٥}O_٢ + C_{١١}H_{٢٣}O_٢ (٢) C_{١١}H_{٢٣}O_٢ [حامض بالميتيك]

C_{١٧}H_{٣٥}O_٢ + C_٣H_٧O_٢ (٣) C_٣H_٧O_٢ [حامض أوليك]

وقد تكون الأحماض الدهنية المتعددة مع جزئى الجليسرين كلها متائلة أو تكون مختلفة . وثلاثى البالميتين والاسيتارين عبارة عن مواد شمعية بيضاء . أما ثلاثى الأوليين فهو مادة زيتية سائلة . والأحماض الدهنية المناظرة لهذه الأنواع تشبهها جداً فى الخواص .

وتتوقف الخواص الطبيعية للدهون على نسبة البالميتين والاسيتارين والأولين الموجودة بها . وكلما زادت نسبة حامض الأوليك اتجهنا نحو السهولة ، والكثافة النوعية للدهون أقل من الوحدة ؛ ولا تذوب الدهون فى الماء ولكنها تذوب فى الأثير والبترين والكولورفورم والكحول الساخن وغيرها من مذيبات الدهون . وللدهون الطبيعية درجة انصهار خاصة .

ومع أن الدهون غير قابلة للذوبان فى الماء إلا أنه إذا كان الوسط قاعدياً يمكن الحصول على محاليل مائية غروية للدهون فى وجود المواد التى تقلل الشد السطحي لها مثل الصابون وأملاح المرارة والساونين وغيرها مما يكون مستحلباً ثابتاً للدهن فى الماء . وتكوين المستحلب من الدهون فى الأمعاء مهم جداً لعملية هضمها .

الشموع : وهى أسترات أحماض دهنية لكحولات أحادية الذرية ولها درجة انصهار أكثر ارتفاعاً من الدهون وقابلة للتحلل بواسطة القواعد بصعوبة ؛ ولا يمكن تحليلها بخميرة الليبز ؛ وهى غير قابلة للذوبان فى الماء ؛ ولا تستعمل الشموع كغذاء . ومن أمثلتها شمع النحل .

اموع الكوليسترول (Cholesterol esters) : وهى منتشرة جداً فى الحيوانات وتوجد فى الدم والليمف والغمد النخاعى للأعصاب . وقشرة الأدرينال والحويصلة المرارية والقعد الدهنية الموجودة بالجلد التى تفرز زيتاً طبيعياً للشعر والريش .

الكوليسترول (الأيستروال الحيوانى) له ٢٧ ذرة كربون . وهو كحول

غير مشبع أحادى الأيدروكسيل — متجمد فى درجة الحرارة العادية ويوجد الكوليسترول بكميات قليلة فى دهون الحيوانات وفى الصفراء والدم واللبن و صفار البيض والغمد النخاعى والكبد والكليتين وغدد الأدرينال .

والكوليسترول غير قابل للذوبان فى الماء غير أنه يمكن جعله قابلاً للذوبان بواسطة أملاح الصفراء والليستين .

الأرجوستيروول (الأيستروال النباتى) — عند تعريضه للأشعاع فوق البنفسجى يتكون منه كالسيفرول ، احد مركبات فيتامين د .

حامض الكوليك — ومشتقاته (أملاح جليكوكوليك وتوروكوليك) . وهى أملاح الصفراء ويشق حامض الكوليك من الأيستروال عن طريق الأكسدة .

وهناك مشتقات أخرى من الكوليسترول بالجسم كهرمونات الغدد التناسلية : مثل الأسترين (astrin) والبروجسترون (Progesterone) والتستسترون (Testosterone) .

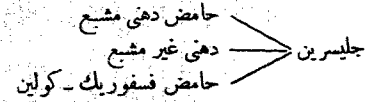
المواد الدهنية المركبة

الفوسفوليبيد : وهى تشبه الدهون من حيث خواصها الطبيعية . ويوجد بالجسم منها ثلاثة أنواع مهمة وهى : ليسيثين (Lecithin) وكفالين (cephalin) وسفينجومييلين (Sphingomyelin) . وهذه غير قابلة للذوبان فى الأسترون ولكنها تذوب فى الكحول .

ويمكن فصل هذه المجموع عن بعضها بواسطة مذيبات مثل الكحول والأثير التى تذيب بعضها منها دون الآخر .

وتتكون الليسيثين من جليسرين متحد مع جزئين من الأحماض الدهنية

عادةً أحدهما غير مشبع - ومع حامض فوسفوريك متحداً مع القاعدة كولين (Choline) كما يتبين من الشكل الآتي



ويماثل الكيفالين الليسين في تركيبه غير أن القاعدة تكون بولامين (choalmine) بدلاً من كولين

ويختلف السفنجو ميلين عن الليسين في احتوائه على القاعدة سفنجوزين بدلاً من الجليسرين كما وأنه لا يحتوي إلا على حامض دهني واحد

مائيات الكربون (Carbohydrates)

تركب مائيات الكربون من الكربون والايروجين والاكسجين ويوجد الايدروجين والاكسجين فيها بنسبة ٢ : ١ ، أي نسبة وجودهما في الماء . ومائيات الكربون ذات أهمية في كل من النبات والحيوان . في النبات أول نتاج لعملية التمثيل الكربوني هو مائيات الكربون ، وفي الحيوان تكون هذه المواد مصدرًا من أهم مصادر الطاقة . وتحتوي معظم مائيات الكربون المهمة في الحيوان على ست ذرات من الكربون أو مضاعفات هذا العدد . وهناك سلسلة من المركبات تحتوي جزيئاتها على ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ... الخ ذرات كربون ؛ وتسمى ديوزات ، تريوزات ، تروزات ، بنتوزات ... الخ (Dioses, trioses, tetroses, pentoses etc.)

البنتوزات (Pentoses): توجد هذه المركبات بنسبة كبيرة في النبات على شكل مائيات كربون مركبة عديدة التسكر تسمى البنتوزان؛ وهذه تعطي البنتوز إذا حلت بالأحماض . ومنها الأرابينوز (arabinose) ، ويوجد في البول في حالات البنتوزوريا (Pentosuria) وهي نادرة، ومنها الريبوز (ribose) الذي

يدخل في تركيب جزيء الحامض النووي (Nucleic acid) الموجود في نوايا الخلايا . ويمكن استعمال البنتوزات مادة غذائية لآكلة الحشائش ولا تعلم شيئاً عما تؤديه في جسم الحيوان .

الهكسوزات (Hexoses): أمكن تحضير عدد كبير من السكريات التي تحتوي على ست ذرات من الكربون وتسمى بالهكسوزات ولها الرمز الكيميائي $C_6H_{12}O_6$ ، ولكنها تختلف عن بعضها في طريقة اتحاد الذرات داخل الجزيء . ولكن ليس هناك قيمة فسيولوجية إلا لأربعة منها فقط وهي الجلوكوز أي سكر العنب (glucose) والفركتوز أي سكر الفواكه (fructose) والجالاكتوز (galactose) والمانوز (mannose) وأما الهكسوزات الأخرى فغير قابلة للتمثيل بالخلية الحيوانية .

الجلوكوز: هو السكر الموجود بالعنب ، وهو موجود بالجسم كنتاج نهائي لهضم النشاء . وعندما يكون نقياً يكون بلورات بيضاء . ويذوب بسهولة في الماء ؛ ويحول لمحلول الجلوكوز الضوء المستقطب إلى اليمين .

الفركتوز: يوجد مخلوطاً بالجلوكوز في عسل النحل وفي سكر الفواكه . وهو موجود أيضاً متحداً مع الجلوكوز في سكر القصب . ويتبلور الفركتوز بصعوبة ، ويحول لمحلوله في الماء الضوء المستقطب جهة اليسار ، وقوة اختزاله لمحلول فهلنج أقل من قوة الجلوكوز . ويتخمر الفركتوز بخميرة البيرة كما يتخمر الجلوكوز .

الجالاكتوز: ويوجد متحداً مع سكر العنب في سكر اللبن (Lactose) . ويدخل في تركيب الجالاكتوسيدات (galactosides) الموجودة بالملح . وهو أقل ذوباناً في الماء من الجلوكوز . ويحول الضوء المستقطب جهة اليمين ؛ ويتخمر ببطء بالخميرة العادية . وهناك نوع من الخميرة يسمى (Saccharomyces apiculatus) يخمّر الفركتوز والجلوكوز ولكن ليس له تأثير في الجالاكتوز .

ويمكن استخدام هذه الخيرة لفصل الجالاكتوز من مخلوط من أحاديات السكر. والجالاكتوز يختزل لمجول فهلنج بدرجة أقل من اختزال الجلوكتوز.

المانوز: وهو نادر الوجود في غذائنا حتى إنه لا يلعب دوراً عملياً في فسيولوجيا الحيوان.

مشتقات الركسوزات: يوجد مشتقات من الجلوكتوز لها أهمية فسيولوجية، وهما الجلوكتوزامين (glucosamine) وحمض الجلوكتورونيك (glucuronic) ويحصل على الجلوكتوزامين من الكيتين (chitin) الذي يكون الهيكل الخارجى لعدد كبير من اللاقريات، وذلك بقلبانه مع حامض الكلوردرريك المركز. ويدخل الجلوكتوزامين في تركيب الجلوكتوبروتين مثل الميوسين، ومعاله بمحول الضوء جهة اليمين. ويختزل محلول فهلنج.

حامض الجلوكتورونيك: ويمكن اعتباره أول نتيجة من أكسدة جزىء الجلوكتوز. ويمكن الحصول عليه بأكسدة الجلوكتوز بوساطة فوق أكسيد الايدروجين. والجلوكتورونات تحول الضوء إلى اليسار ولو أن الحامض المطلق يحوله جهة اليمين. وهى تختزل محلول فهلنج عند ما تكون حرة ولا تتخمر بالخيرة. ويوجد حامض الجلوكتورونيك في البول متحداً مع الفينول والكافور والكلورال وغيرها من المواد السامة كوسيلة لمنع الضرر الذى ينتج منها (detoxication).

ثنائيات السكر

تتكون ثنائيات السكر باتحاد جزئين من جزئيات أحاديات السكر مع طرد جزىء واحد من الماء. وبالتحليل المائى — كالفلان مثلامع الأحماض — تأخذ جزئياً واحداً من الماء وتسكر إلى جزئين من جزئيات أحاديات السكر. فيعطى سكر القصب أجزاءً متساوية من الجلوكتوز والفركتوز في

حين يعطى المالتوز أو سكر الشعير جزئين من الجلوكتوز في حين يعطى سكر اللبن أو اللاكتوز جزئياً من الجلوكتوز وجزئياً من الجالاكتوز.

سكر القصب: ويتحول بوساطة خميرة البيرة أو بخميرة انفرتيز (invertase) الموجودة بالعصير المعوى إلى جزىء من سكر العنب وجزىء من سكر الفواكه؛ ويحول سكر القصب الضوء المستقطب إلى اليمين ولكن العصير الناتج من تحليله بوساطة خميرة يحول الضوء إلى اليسار. وذلك نظراً لأن قوة تحويل الضوء إلى اليسار بوساطة سكر الفواكه أقوى من قوة تحويل الضوء إلى اليمين بوساطة سكر العنب. ومن هنا نشأ اسم الخيرة (invertase)، ومعناها الخيرة العاكسة. ولا يختزل سكر القصب لمجول فهلنج. **سكر الشعير (مالتوز):** ويتكون من تحليل النشا بوساطة الخميرة أميليز (amylase) وهو السكر الأساسى في حبوب الشعير المنبته. وهو يحول شديداً للضوء المستقطب لليمين. ويتخمر بسهولة بالخيرة؛ ويختزل محلول فهلنج. ويتحول سكر الشعير إلى سكر العنب بوساطة الخميرة مالتيز (maltase) الموجودة بالعصير المعوى.

سكر الابن (لاكتوز): موجود باللبن وهو أقل ذوباناً في الماء، وطعمه أقل حلاوة من ثنائيي السكر الآخرين وهو يحول جهة اليمين؛ ولا يتخمر بالخيرة العادية. ويمكن تحليل سكر اللبن بوساطة الخميرة لاكتيز (Lactase) بالعصير المعوى إلى جلوكتوز وجالاكتوز. ويختزل سكر اللبن محلول فهلنج

مائيات السكر بون العديدة التسكر (polysaccharide)

(ك، ب، ج، د، هـ)

هى مواد مركبة ذات وزن جزئى عالٍ تتكون باتحاد الجزئيات الأحادية التسكر ببعضها مع طرد الماء
النشا: (Starch) موجود بكميات كبيرة في المواد النباتية الغذائية.

ويكون جزءا هاما في الحبوب والدقيق والبطاطس؛ ويوجد في الخلايا النباتية كحبيبات ترى تحت الميكروسكوب مكونة من حلقات ذات مركز واحد. ولا يذوب النشاء في الماء. وتتفجع الحبيبات في الماء الساخن وتفجر مكونة عجينة سميكة تصير جيلاتينية بالتبريد. ويعطى محلول النشاء القروي لونا أزرق باضافة اليود. وبالتحليل المائي بواسطة الأحماض أو خائز الأميليز يتحول النشاء القروي إلى نشاء ذائب؛ ثم إلى أرثو دكسترين، ثم إلى أ كرو دكسترين، ثم إلى ملنوز.

الجليكوجين (glycogen) أو النشاء الحيواني: ويشبه النشاء في التركيب والخواص. وهو موجود بالكبد والعضلات والأنسجة الأخرى بالجسم. وهو مسحوق أبيض يكون محلولاً غير رائق في الماء. ويترسب من محلوله باضافة ٦٠٪ كحولاً. ويتحول بالغلان مع الأحماض إلى جلوكوز ويؤثر فيه الأميليز كما يؤثر في النشاء بالطريقة نفسها. ويعطى النشاء الحيواني مع اليود لونا أحمر.

الخليوز (cellulose): ويكون جدار الخلية النباتية. ولذا فهو موجود في معظم أغذيتنا النباتية. وهو مادة عديدة اللون لا تذوب في الماء أو الأحماض المخففة أو القواعد ولكنه يذوب في أكسيد التنجاسك النشادرى. وبالغلان مع الأحماض المركزة يتحلل ويعطى جلوكوزاً. وفي الحيوانات آكلة الحشائش يهضم السليولوز ويكون جزءا هاما من غذائها. ويتحلل بواسطة البكتريا الموجودة في المعدة الأولى في الحيوانات المجتررة، وفي المعى الأعور في الحيوانات آكلة الأعشاب الأخرى. ويوجد في بعض الخلايا النباتية نفسها خميرة تسمى سيتيز (cytase) تحلل الخليوز. ومن حيث إن هذه الخميرة تفسد بالغلان فإن العشب الطهي يصير أقل قابلية للهضم من العشب الطازج. وتقرز القناة الهضمية في بعض الأقربيات خميرة السيتيز لتحليله. ولا يهضم الخليوز في الإنسان حيث أن خميره الأميليز لا تؤثر عليه ولكنه ينبه حركات الامعاء ويساعد على عدم وجود الامساك.

٣ - البروتينات

تكون البروتينات أهم جزء في البروتوبلازم. ويجب أن تكون دائما بالغذاء حتى تتمكن الأنسجة من بناء بروتوبلازم جديد بدلا عما تفقده في تفاعلاتها المستمرة.

التركيب اىولى: تحتوى كل البروتينات على الأوكسجين والايروجين والازوت والكربون وعادة الكبريت. وقد توجد هذه العناصر في جزىء البروتينات بالنسبة الآتية على وجه التقريب:

الكربون	٥٢,٥ ٪
الأوكسجين	٢٢,٥ ٪
الازوت	١٦ ٪
الايروجين	٧ ٪
الكبريت	١,٥ ٪
الفسفور	٠,٥ ٪

الصفات الطبيعية: البروتينات مواد عديدة الطعم غروية، ومعظمها غير قابل للتبلور، وهى تذوب في الماء أو محاليل الاملاح الضعيفة أو الأحماض المخففة أو القواعد. وكثير من الزلايات يتجنبن أو يتجمد بارتفاع درجة الحرارة - وتسمى لذلك بالبروتينات القابلة للتجمع. فاذا سخن بياض البيض حتى درجة ٨٠° مئوية يتكون راسب من البروتينات المتجمعة. وهذا التغيير غير عكسى: أى أنه لا يمكن بخفض درجة الحرارة إعادة زلال البيض ثانية إلى حالة السولة. ويتغير كثير من خواص البروتينات في عملية التجمع. وقليل من البروتينات - مثل الجيلاتين - تتجمد في درجات الحرارة المنخفضة ثم تعود فتصهر ثانية بالتدفئة.

الوزن الجزئى للبروتينات : قد يمكن الوصول إلى فكرة تقريبية عن أقل وزن لجزى البروتين بطرق كثيرة ولو أنه غالباً تكون النتائج مشكوكاً في صحتها لصعوبة الحصول على عينة نقية من البروتين ولسهولة تجمع جزئيات البروتين مع بعضها أو ادمصاصها بنسب مختلفة على مواد أخرى . وفيما يلي بعض الطرق التي اتبعت لتقدير الوزن الجزئى للبروتينات :

أولاً : حلل التركيب العنصرى لبعض البروتينات ثم حسب الوزن الجزئى بقرض أن جزى البروتينات يحتوى على ذرة واحدة من الكبريت . وتعطى هذه الطريقة أرقاماً أقل كثيراً من الواقع . وقد أمكن معرفة أقل وزن لجزى الهيموجلوبين بطريقة ماثلة . فبالتحليل الكيميائى وجد أن جزى الهيموجلوبين يحتوى على ٠.٣٣٥ ٪ من الحديد . فإذا فرض أن كل جزى يحتوى على ذرة واحدة من الحديد كان الوزن الجزئى ١٦٧٠٠ على الأقل (الوزن الذرى للحديد = ٥٦) .

ثانياً : تمكن أدير (Adair) من تقدير الوزن الجزئى للهيموجلوبين بواسطة تقدير الضغط الأوزموزى لمحلول نقي منه . وقد وجد أن وزن جزى الهيموجلوبين يساوى أربعة أضعاف الوزن الذى يحصل عليه باتباع الطريقة الأولى ، أى أن جزى الهيموجلوبين يحتوى على أربع ذرات من الحديد . ثالثاً : استعمل سفدريج (Svedberg) آلة طاردة مركزية سريعة جداً (Ultracentrifuge) (أكثر من ١٠٠٠٠ دورة فى الدقيقة) . وبملاحظة سرعة ركود جزئيات المادة البروتينية أمكنه حساب وزن جزى البروتينات . وبين الجدول الآتى بعض الأوزان التى حصل عليها بهذه الطريقة :

زلال البيض	٤٠٥٠٠
هيموجلوبين	٦٨٠٠٠
زلال السيرم	٦٩٠٠٠
جلوبولين السيرم	١٥٠٠٠٠

رابعاً : استعمل نورثروب (Northrop) خاصية انتشار جزئيات البروتينات لتقدير أوزانها الجزئية . وقد حصل بهذه الطريقة على أوزان مشابهة لتلك التى أمكن الحصول عليها بالطريقة الآفة .

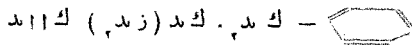
تركيب جزى البروتين

إذا أغلينا البروتينات مع حامض الكلوردرىك مدة طويلة أمكن تحويل البروتينات إلى أحماض أمينية صغيرة . ويمكن الحصول على نفس التحليل بواسطة خائثر العصائر الهضمية . ويوجد بالنباتات أيضاً خائثر (Papain) يمكنها أن تقوم بالعمل نفسه .

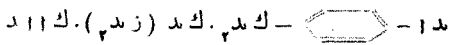
الأحماض الأمينية

هى نتاج التحليل المائى للبروتينات . ويذوب معظم الأحماض الأمينية فى الماء . وتنتشر بسهولة . وكل محاليل الأحماض الأمينية الطبيعية التى نحصل عليها من تحليل البروتينات المائى لها القدرة على تحويل الضوء المستقطب ما عدا الجليسين . وأما الأحماض التى تركب بالمعمل فهى غير فعالة . ويوجد بكل حمض أمينى المجموعة القاعدية زبد . والمجموعة الحامضية ك ١١ د : وتعطى هاتان المجموعتان لجزى الحمض الأمينى صصفة مزدوجة (Amphoteric property) . ففى وجود حامض قوى - كحامض الكلوردرىك - يمكن اتحاد الحمض الأمينى معه مكوناً مثلاً جليسين هيدروكلوريد . وفى وجود القواعد تكون الأحماض الأمينية مركبات مثل أمينوخلات البوتاسيوم وتتحدها الأحماض الأمينية مع بعضها كما يتحد الحامض مع القاعدة . فتتحد بمجموعة زبد من حامض أمينى مع مجموعة ك ١١ د من حامض آخر ويسمى الاتصال - ك ١ . زبد - بالرابطة الببتيدية (Peptide linkage) . ولما كانت المواد البروتينية مكونة من عدد كبير من الأحماض الأمينية فإننا نجد

١٠ - فينيل ألانين Phenylalanine

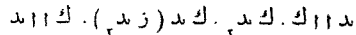


١١ - تيروزين Tyrosine

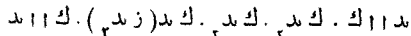


الاصمامه أماديّة الامين ثنائيّة الكربوكسيل

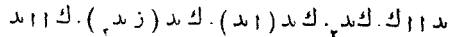
١٢ - حمض اسبارتيك Aspartic acid



١٣ - حمض جلوتاميك Glutamic acid

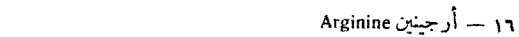


١٤ - حمض هيدروكسيجلوتاميك Hydroxyglutamic acid

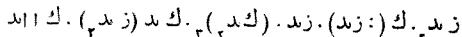


الاصمامه ثنائيّة الامين أماديّة الكربوكسيل

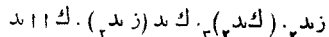
١٥ - ليسين Lysine



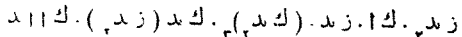
١٦ - أرجينين Arginine



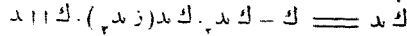
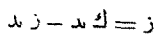
١٧ - أورنيثين Ornithine



١٨ - سيتروالين Citrulline



١٩ - هيسثيدين Histidine



أن للبروتينات نفس الصفة المزدوجة ، أي أن جزيء البروتين يمكنه أن يوجد على هيئة أملاح مع الحوامض أو القواعد أو في الحالة المطلقة. ويتوقف ذلك على درجة تركيز أيونات الأيدروجين في المحلول. فلكل جزيء بروتين درجة تركيز أيدروجيني معينة لا يتحد الجزئية فيها مع الأحماض أو القواعد بل يظل كبروتين مطلق ؛ وتسمى هذه الدرجة نقطة التشابه الكهربائي (Isoelectric point). فإذا زادت كمية أيونات الأيدروجين عن هذه الدرجة شابه جزيء البروتين القواعد واتحد مع الأحماض. وأما إذا قلت أيونات الأيدروجين عن درجة التشابه الكهربائي فإن جزيء البروتين يشابه الأحماض ويتحد مع القواعد.

وبين الجدول الآتي تقسيم الأحماض الأمينية وتركيبها:

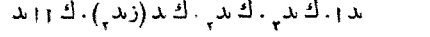
الاصمامه أماديّة الامين أماديّة الكربوكسيل

١ - جلايسين (Glycine) ز ند . ك ند . ك ا ند

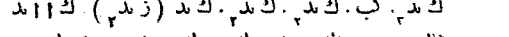
٢ - ألانين Alanine ك ند . ك ند (ز ند) . ك ا ند

٣ - سرين Serine ك ا ند . ك ند (ز ند) . ك ا ند

٤ - ثريونين Threonine

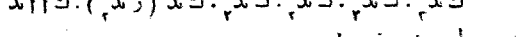


٥ - ميثونين Methionine

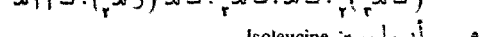


٦ - فالين Valine (ك ند) . ك ا ند (ز ند) . ك ا ند

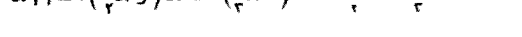
٧ - كابرين Caprine



٨ - ليوسين Leucine



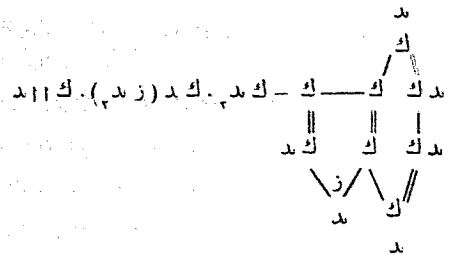
٩ - أيسوليوسين Isoleucine



صمغه أمينى به نراره الونرول

جدول (١)

٢٠ - تريوفان Tryptophane

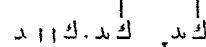


صمغه ثنائى الامين ثنائى الكربوكسيل

٢١ - سستين Cystine د ا ا ك ك د (ز د) ك د ك - ك ب .
ك ك د ك د (ز د) ك ا د - وذا اختزل يكون جزئين
من سستين Cysteine د ك ب ك د ك د (ز د) ك ا د

الوصمغاه الامينييه (Imino acids)

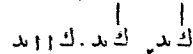
٢٢ - برولين Proline ك د - ك د



ز د

٢٣ - هيدروكسيبرولين Hydroxyproline

د ا ك د - ك د



ز د

ادستين	جلوتين اليمو جلوتين	زبين الذرة	جلر تيبين القمح	جلادين القمح	كلارينجين	بلاين	اليومين اللبن	برولين عضل القور	اليومين البيض	
٢٣٨	-	٠	٠٩	٠	٠٠	٢٤٥	٠	٢١	٠	جليسين
٢٣٦	٤٢٢	٩٨	٤٧	٢٠	١٥	٨٧	٢٥	٢٧	٢٢	الالانين
+	-	١٩	٢٢	٢٤	٧٢	٠	٠٩	٠٨	٢٥	فالين
٢٠٩	٢٩٠	٢٥٠	٦٠	٦٦	٩٤	٧١	١٩٤	١١٧	١٠٧	ليوسين
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ايسوليوسين
١٠٢	٤٤	١٨	٠٩	٠٦	٤١	٢٤	١٠	٤٥	٦٢	حامض اسباريك
١٩٢	١٧	٣١٢	٢٢٤	٤٣٧	٢١٦	٥٨	١٠١	١٥٥	١٣٣	حامض جلوتاميك
٠٢	٠٦	١٠	٠٧	٠٢	٠٥	٠٤	-	-	-	سيرين
-	-	٢٥	-	-	١٠٥	٠	-	-	-	حامض هيدروكسيلوتاميك
٤١	٢٣	٩٠	٤٢	١٢٢	٨٠	٩٥	٤٠	٥٨	٢٥٦	برولين
٢٠	١٠	-	-	-	٠٢	١٤١	-	-	-	هيدروكسيبرولين
٣١	٤٢	٧٦	٢٠	٢٤	٢٢	١٤	٢٤	٢٢	٥١٧	فينيل الالانين
٤٥	١٣	٥٢	٤٢	١٢	٤٥	٠١	٠٩	٢٢	٤٢	تيروزين
٢٥	+	٠	+	١٠	١٧	٠	-	+	١٢	تريوفان
٢٢	٤٢	٠	١٩	٠٢	٦٠	٥٩	٩٢	٧٦	٥٠	ليسين
١٥٨	٥٤	١٨	٤٧	٢٢	٣٨	٨٢	٢٢	٧٥	٥٦	أرجينين
٢١	١١٠	٠٨	١٨	٠٦	٢٥	٠٩	٢١	١٨	١٤	هيستدين
١٤	٠٢	-	٠٢	٠٥	-	٤	-	-	٠٩	سستين
-	-	٢٦	٤٠	٥٢	١٦	٠٤	١٢	١١	١٢٤	أمونيا
٢١	-	-	-	-	-	-	-	-	-	ثيونين
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	كارين
٩٧٨	٦٩٧	١٠١٢	٥٩٧٢	٨٤٠	٦٨٤	١١٢١	٥٧٠	٦٧٥	٦٢٤	المجموع

وبين جدول (١) نسبة الأحماض الأمينية المختلفة الموجودة في عدد من البروتينات ويلاحظ أن بعض البروتينات تحتوي على نسب كبيرة من حمض أميني معين بينما تحتوي على نسب أصغر من أحماض أخرى . فمثلاً نجد أن حامض جلوتاميك يكون ١٣,٣٪ من زلال البيض و١,٧٪ من جلوبيين الهيموجلوبين بينما يكون ٤٣,٧٪ من جليادين دقيق القمح .

تقسيم البروتينات

يمكن تقسيم البروتينات إلى :

أولاً : البروتينات البسيطة (Simple proteins) وبالتحليل المائي تعطى أحماض أمينية

١ - الألبومينات (albumins) وهي قابلة للذوبان في الماء النقي وتتجلط بالحرارة وترسب بكميات النشادر المشبعة أو بكميات الزنك ومن أمثلتها زلال البيض وزلال السرم .

٢ - الجلوبيولينات (Globulins) وهي لا تذوب في الماء النقي ، وتحتاج إلى وجود كمية خاصة من الأملاح الغير العضوية لاذابتها ويرسب الجلوبيولين بالتشبع الكامل بكميات المغنسيوم أو بكميات النشادر النصف المشبعة ومن أمثلة الجلوبيولين جلوبيولين السرم والفيبرينوجين (Fibrinogen) الموجودان بالبلازما أى السائل الدموي والميوجين (myogen) الموجود بالعضلات .

٣ - البروتامينات (Protamines) وتوجد بالجسم متحدة مع مجاميع أخرى ويمكن الحصول عليها من الحيوانات المنوية الناضجة من بعض الأسماك حيث تكون متحدة مع حامض النواة وتميز باحتواء جزيئاتها على كمية كبيرة جداً من الأحماض ثنائية الأمين التي ترتفع إلى ٨٥٪ من المادة كلها وتبعاً لمحتوياتها فانها تملك صفات قاعدية ، وتكون املاحاً مع الأحماض القوية كحامض الكلوادريلك .

٤ - الهيستونات (Histones) وتشبه البروتامينات في أنها توجد فقط متحدة مع مواد أخرى مثل النيوكليين (nuclein) والهيماتين (Haematin) وقد يمكن الحصول عليها من كرات الدم الحمراء حيث تدخل في تركيب الهيموجلوبين ومن الحيوانات المنوية في الأسماك ويرسب المستون من محاليله المائية بإضافة الأمونيا غير الناضجة في زيادة منه وتحتوى على نسبة كبيرة من الأحماض ثنائية الأمين وتشبه في ذلك البروتامينات .

٥ - البرولامينات (Prolamins) - سميت هذه الفصيلة بهذا الاسم لأنها تحتوي على كمية كبيرة من الحامض الأميني بروتين - ويوجد البرولامين فقط في النبات ومن أمثله زين (Zein) الموجود بالذرة وجليادين الموجود بالقمح وهي تذوب في ٧٠ في المائة الكحول وفي القواعد والأحماض الضعيفة ولكنها لا تذوب في الماء .

٦ - الجلوتيلينات (Glutelins) ويحصل عليها أيضاً من الحبوب . وتذوب في القواعد والأحماض الضعيفة .

٧ - السكروبروتينات (Scleroproteins) وهي غير قابلة للذوبان وتوجد فقط في الحيوان ومن أمثلتها كيراتين الموجود في القرون والخوافر والإستين الموجود في أوتار العضلات .

ثانياً : البروتينات المعقدة (conjugated proteins)

١ - البروتينات الفوسفورية (phosphoproteins) وتحتوى على الفوسفور كجزء أساسى منها ولهذه المجموعة من البروتينات خواص حامضية واضحة جداً . وهي غير قابلة للذوبان في الماء النقي وتذوب بسهولة في القواعد والنشادر ومن أمثلتها الكازينوجين (casienogen) وهو البروتين الأساسى في اللبن والفيتلين (vitellin) وهو البروتين الأساسى في صفار البيض .

٢ - البروتينات النووية (nucleoproteins) وتتركب من اتحاد حامض

عضوى فوسفورى ، وهو الحامض النووى مع البروتين الذى يكون عادة هستونا أو بروتامينا ولا ينفصل فورسفور البروتين النووى بواسطة القواعد بخلاف الفوسفوبروتين التى تطرد القواعد حامض الفوسفوريك منه ويبدو أن اتحاد البروتين مع الحامض النووى يحدث على مرحلتين فعند تعرض البروتين النووى للعصير الهضمى المعدى يذوب جزء كبير من البروتين تاركا جزءاً متبقياً غير قابل للذوبان متحداً مع الحامض ، ويسمى المركب الناشئ نيوكلين (nuclein) ومن الاخير يمكن فصل الحامض النووى بالتسخين مع الاحماض المركزة أو بواسطة خميرة التريسين . وتذوب البروتينات النووية فى الماء ومحاليل الاملاح والقواعد المخففة : ولها صفات خامضية ، وترسب باضافة الاحماض . أما النيوكلين فغير قابل للذوبان فى الماء ومحاليل الاملاح ولكنه يذوب بسهولة بواسطة القواعد المخففة . وتكون البروتينات النووية وكذا النيوكلين الجزء الاساسى الثابت فى نواة الخلية . ويمكن الحصول على البروتين النووى من الاعضاء التى بها خلايا كثيرة - مثل الشعوس والبنكرياس - ومن كرات الدم الحمراء ذات النواة ومن رؤوس الحيوانات المنوية ومن الخميرة .

٣ - الكروموبروتينات (Chromoproteins) - تتركب هذه المجموعة من مواد ملونة متحدة مع البروتين وأهم مركب فيها هو الهيموجلوبين وهو المادة الحمراء بالدم . وتلعب دوراً هاماً فى عملية التنفس . وتتركب من البروتين - جلوبين - متحداً مع نواة أخرى تحتوى على الحديد وتسمى هيماتين . ويحتوى الهيموجلوبين على ٤ ٪ تقريباً من الهيماتين .

٤ - الجلوكوبروتينات (Glucoproteins) وتحتوى على مجموعة أو أكثر من مثبات الكربون مثل المانوز والجالاكتوز ومن أمثلتها المخاطين الموجود فى اللعاب وفى إفرازات الأغشية المخاطية .

ثالثاً - مشتقات البروتينات ونواتج التحلل المائى البروتينى :

تحلل البروتينات بغليانها مع الأحماض أو بفعل خمائر خاصة إلى الاحماض الأمينية . وتم هذه التغييرات التحليلية فى سلسلة من المراحل حتى أنت النواتج المتوسطة تعطى تفاعلات كثيرة للبروتينات . وتنقسم هذه البروتينات المشتقة إلى ثلاث مجاميع : الميتابروتينات والبروتيازات والبيتونات . ويظهر جداً تكوين هذه المركبات المتوسطة بفعل الانزيمات . فمثلاً وجد أن البيسين مع حامض الكلوردرريك لا يكسر جزيء البروتين إلا البروتياز والبيتون فقط ولكنه لا يعطى أحماضاً أمينية أما التريسين فيحلل البروتين إلى البروتياز والبيتون وأحماض أمينية وفى كئنا الحالتين تفصل الرابطة الببتيدية حيث أن أعدادا متساوية من المجموعتين زبدى وك ١١ بد تصبح مطلقة . وتعطى البيتونات والبروتيازات كل تفاعلات البروتينات العامة : وترسب مثلها بمجواهر كشافه مثل كلورور الزئبق أو حامض الفوسفو تنجستيك وهى غير قابلة للتجلط وترسب عدد كبير منها بواسطة الكحول .

وزنه إذ يستعمل المركبات العضوية التي تكون بروتوبلازم الجسم بدلا من الطعام. ولذلك نرى أنه لا يمكن للحيوان الامتناع عن الطعام لمدة غير محدودة ذلك لأنه يستعاض بالطعام عما يستهلكه الجسم من البروتوبلازم في التفاعلات الكيميائية والطبيعية التي تحدث به والتي تكون الحياة. ولما كانت المواد العضوية الموجودة بالطعام تتركب غالباً من جزيئات كبيرة لا يمكن أن تمر من الأغشية المحيطة بالقناة الهضمية وجب تحويلها أولاً إلى جزيئات أصغر منها - وتسمى هذه العملية بالهضم. وبذلك يحول جزيء البروتين مثلاً إلى مئات من جزيئات الأحماض الأمينية التي تمر بسهولة من جدار القناة الهضمية، ويبين (شكل ١٥) أقسام القناة الهضمية.

إذا أردنا أن نحوى هذا التحويل خارج الجسم وجب علينا أن نعالج البروتين بأحماض أو قواعد قوية في درجة حرارة الغليان مدة طويلة، تسال: الآن: كيف تتمكن القناة الهضمية من تحويل الاغذية في مدة لا تزيد عن ساعتين أو ثلاث ساعات، وفي درجة حرارة الجسم الطبيعية (٣٧ - ٣٨ ° مئوية) ؟ والجواب على ذلك هو أن بالقناة الهضمية مواد كيميائية عضوية تسمى بالإنزيمات (Enzymes) تفرزها الغدد المختلفة المحيطة بالقناة.

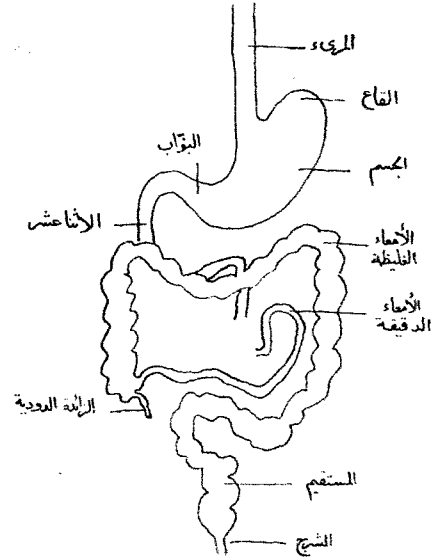
الإنزيمات (Enzymes)

لفهم طريقة عمل الإنزيمات يجب علينا أن ندرس شيئاً عن مواد أخرى غير عضوية تقوم بنفس عمل الإنزيمات في التفاعلات الكيميائية. فنلنا لو تركنا محلولاً من فوق أكسيد الايدروجين وجدنا أنه يتغير ببطء عظيم إلى ماء وأوكسجين. فاذا وضعنا المحلول قليلاً من البلاتين الاسفنجي ازدادت سرعة هذا التغيير كثيراً وصعدت فقاعات من الأوكسجين من المحلول. ووظيفة عمل البلاتين في هذه الحالة هو تغيير سرعة التفاعل من حيث أنه لا يدخل في تركيب

الباب الرابع

الهضم

نستمد الوقود الضروري للطاقات المختلفة التي تكون الحياة، كحركة القلب والتنفس وحفظ حرارة الجسم وعمل أى مجهود كالسير أو صعود



(شكل ١٥)

الدرج أو رفع الأثقال، من أكسدة المواد الغذائية التي تكون الطعام. فاذا منع الانسان عن الطعام ظل قادراً على صرف هذه الطاقات. ولكن ينقص